



Blaues Wunder

Wie eingeschleppte Schädlinge Pflanzen bedrohen



Liebe Leserinnen und Leser,

als wir vor einiger Zeit die neuen **forschungsfelder** mit dem Schwerpunkt Pflanzengesundheit planten, ahnten wir nicht, wie sehr die Themen Virus und Schutzmaßnahmen heute unser aller Leben bestimmen.

Nicht nur wir Menschen, auch Pflanzen können infolge sich ausbreitender Krankheiten ihr blaues Wunder erleben. Gerade im Zuge eines zusammenwachsenden internationalen Warenverkehrs steigt das Risiko von Ein- und Verschleppungen von Schädlingen. Auch der Klimawandel trägt dazu bei. Das sehen wir aktuell am Beispiel der Marmorierten Baumwanze, die aus warmen Regionen Asiens und Afrikas nach Mitteleuropa eingeschleppt wurde. Sie schädigt zahlreiche Obst- und Gemüsearten. Italien meldete vergangenes Jahr 500 Millionen Euro an Einbußen – verursacht durch diese eine Wanze. Auch in Deutschland taucht sie bereits auf. Das zeigt, wie bedeutend Eindämmungsstrategien sind.

Dieses Jahr ist das „Internationale Jahr der Pflanzengesundheit“. Aus diesem Anlass möchte unser Ministerium zusammen mit den Vereinten Nationen darauf aufmerksam machen, wie wichtig ein verstärktes Engagement zum Schutz unserer Nahrungsgrundlagen ist. Wir sind alle gefragt. Denn schädliche Bakterien, Viren, Insekten, Pilze und Pflanzen erreichen uns nicht nur über den Handel, sondern auch über Verpackungsholz und den privaten Reiseverkehr. Selbst wenn wir in diesem Sommer nur eingeschränkt Urlaub machen können, sollten wir eines im Hinterkopf behalten: Jedes mitgebrachte Basilikum aus Thailand und jeder Oleandersteckling von den Balearen stellt ein Risiko dar.

Wissenschaftler entwickeln im Auftrag unseres Ministeriums Methoden, um diese Einschleppungen und Ausbreitungen zu verhindern und zu bekämpfen. Diese Ausgabe bietet viele spannende Einblicke in ihre Arbeit, beispielsweise, wie sie unser Lieblingsgemüse – die Tomate – vor Viren schützen, welche Quarantäneorganismen am Flughafen abgefangen werden und wie zwei grundverschiedene Spürnasen die Witterung von Baumschädlingen aufnehmen können.

In diesem Sinne: Schützen Sie unsere Pflanzen, und bleiben auch Sie gesund!

Ihre
Julia Klöckner
Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft

INHALT

- 4 Wissen in Häppchen**
Über Fangquoten, gezielte Schüsse und Raum für die Kleinsten
- 6 Besonderes Foto**
- 8 Aus einer anderen Welt**
Es braucht neue Perspektiven, um Pflanzen zu schützen
- 10 Zwei gegen zwei**
Feine Spürnasen in der Luft und auf vier Pfoten schützen Bäume
- 16 Weltweit gleiche Interessen**
Dr. Sylvia Blümel spricht über globale Zusammenarbeit im Kampf gegen Schaderreger
- 18 Landkarte**
- 20 Endlich weg vom Fleck**
Wie ein Virus die Tomatenernte bedroht
- 24 Forschungslandschaft**
- 26 Abgefangen**
Eine Infografik zeigt, was mit importierten Pflanzen mitreisen kann
- 28 Die Papiere, bitte**
Ein Besuch beim Pflanzenschutzdienst am Flughafen
- 34 Forschungsfrage**
Wie profitieren Schädlinge vom Klimawandel?

35 Impressum

forschungsfelder
» Ausgabe downloaden
» Kostenfreies Abonnement
www.forschungsfelder.de



Dieses Insekt ist mitverantwortlich dafür, dass diesmal eine Zitrone unser Cover ziert. Die Australische Wollschildlaus befällt Zitruspflanzen und richtet dabei großen Schaden an. Schon in den 1860er Jahren wurde sie mit Akazienbäumen aus ihrer Heimat Australien in die USA verschleppt, von wo aus sie seitdem auch in viele andere Regionen vorgedrungen ist. Schädlinge wie diese bedrohen unsere Pflanzen, unser Obst und unser Gemüse. Wie das verhindert werden kann, lesen Sie auf den folgenden Seiten.

Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/Teonya_purchasi?uselang=de#/media

Fakten zu Corona

Ernährung und Landwirtschaft

Über das neuartige Coronavirus informiert das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf www.bmel.de/corona sowie über seine Hotlines.

Verbraucher: Tel. 0228-242526-21,

bmel-vb@verbraucherlotse.de

Landwirtschaft: Tel. 0228-242526-22,

bmel-lw@verbraucherlotse.de

Ernährungswirtschaft: Tel. 0228-242526-23,

bmel-er@verbraucherlotse.de

Übertragungswege

Überlebt SARS-CoV-2 auf Textilien? Und kann es auch über Lebensmittel, Kinderspielzeug, Mobiltelefone, Türklinken, Geschirr oder Besteck auf den Menschen übertragen werden? Diese und weitere Fragen beantwortet das Bundesinstitut für Risikobewertung unter www.bfr.bund.de.

Die Rolle der Haustiere

Unter www.fli.de gibt das Friedrich-Loeffler-Institut Empfehlungen zum Umgang mit Haustieren und Corona heraus und informiert darüber, welche Rolle Haus- und Nutztiere bei der Übertragung des Virus spielen.

Forschung im Homeoffice

Auch an den Forschungsinstituten ändert sich der Alltag in Zeiten von Corona. Das Thünen-Institut gewährt auf seinem Twitteraccount einen Blick hinter die Kulissen: https://twitter.com/Thuenen_aktuell

Die Forscherinnen und Forscher des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) zeigen bei Twitter, wie Forschung im Homeoffice geht, und beteiligen sich am Hashtag [#leibnizworks-fromhome](https://twitter.com/zalf_leibniz) der Leibniz-Gemeinschaft: https://twitter.com/zalf_leibniz

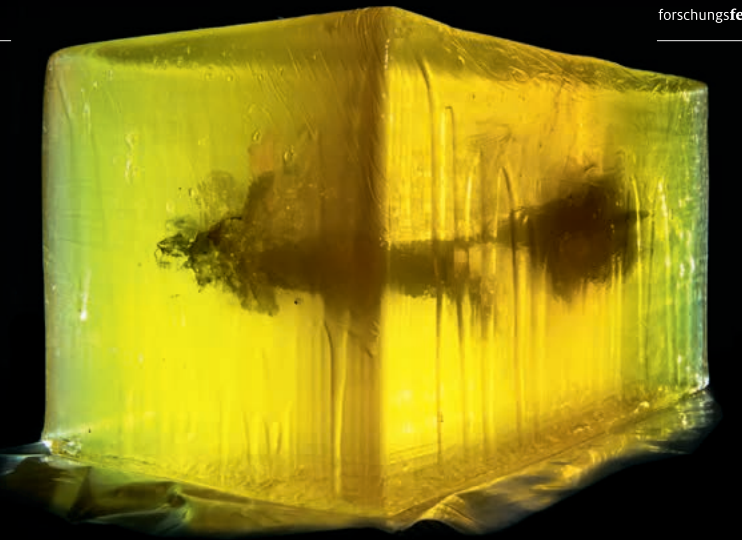
MEHR ALS 1670 Pflanzenschädlinge

... für die ein Regelungsbedarf gesehen wird, sind in der globalen Datenbank der European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) detailliert beschrieben: mit ihrer weltweiten Verbreitung, ihren Wirtspflanzen und den Risikoanalysen in anderen Ländern. Außerdem führt die Datenbank Grundinformationen zu mehr als 86.800 Kultur- und Wildpflanzen sowie weiteren Schädlingen, die für Land- und Forstwirtschaft und den Pflanzenschutz interessant sind.

QUOTENFRAGE

Welche Folgen hat der Brexit für die deutsche Fischerei und Landwirtschaft? Das analysierte jetzt das Thünen-Institut. Große Teile der Nordsee könnten demnach bald für deutsche Fischerinnen und Fischer tabu sein. Seit 1982 gilt in der EU ein Abkommen, nach dem jedes Mitgliedsland einen gewissen Prozentanteil an der Gesamtfangquote eines Fischbestandes erhält – zum Beispiel für Hering in der Nordsee. Das Vereinigte Königreich möchte nun aber die Quoten entsprechend den Aufenthaltsgebieten der Fische aufteilen. Das könnte die Fangoptionen für Deutschland massiv einschränken: Ein Großteil der deutschen Fischerei wird aktuell nämlich in der britischen Wirtschaftszone betrieben; Hering und Makrele gehen deutschen Fischereibetrieben fast nur dort ins Netz. Für die Landwirtschaft hingegen wären die Konsequenzen des Brexits vorläufig überschaubar: Zwar wären einige deutsche Agrarexporte bei einem harten Brexit künftig zu verzollen. Einen Exportüberschuss aber würde die deutsche Agrarwirtschaft weiterhin erzielen – nur viele dieser etwas geringer aus. Welche Konsequenzen sich aus den weiteren Verhandlungen zwischen der EU und Großbritannien ergeben, bleibt abzuwarten. Das Thünen-Institut begleitet die Verhandlungen in jedem Fall weiterhin wissenschaftlich.

AUF GELATINE SCHIESSEN



Beim Wildschweingulasch will niemand auf Blei beißen. Deshalb suchen Forscherinnen und Forscher des Bundesinstituts für Risikobewertung nach einer Methode, um die Verteilung von Geschossfragmenten in Wildfleisch zu bestimmen. Dafür bedienen sie sich bei der Kriminalistik – und schießen mit einem Jagdgewehr auf Gelatineblöcke. Um möglichst zuverlässige Aussagen treffen zu können, ist wohl auch die Größe der Blöcke entscheidend: Sind sie zu klein, reißt die Oberfläche auf und mögliche Bleiteilchen können entweichen. Bei größeren Blöcken waren die Ergebnisse nicht eindeutig – einige hielten dem Beschuss stand, andere nicht. Der Versuch soll mit weiteren Jagdbüchsgeschossen weitergeführt werden. Um das geeignete Prüfmedium zu finden, weiten die Forscherinnen und Forscher ihre Versuche auf ballistische Seife aus. So will das Team ein Standardverfahren für repräsentative Untersuchungen entwickeln, um die Größe und Menge der theoretisch im Fleisch verbleibenden Metallteile möglichst realitätsnah zu bestimmen.

EIN HAUS FÜR DIE KLEINSTEN

Wie verhalten sich Pflanzen, Umwelt und Mikroorganismen – zum Beispiel Bakterien, Pilze, Algen und Einzeller – zueinander? Das untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im neu eröffneten Haus der Kulturbioforschung am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg. Ihr Ziel: die Wechselwirkungen zwischen den Mikroorganismen der Pflanzen und deren Wachstum, Krankheiten sowie Bodenfruchtbarkeit und Klima besser zu verstehen. Im Projekt „FraxProMic“ beispielsweise erforschen sie in Kooperation mit dem Thünen-Institut an kleinen Stecklingen, welche Mikrobiom-Vertreter dabei helfen, das durch den aus Japan stammenden Pilz *Hymenoscyphus fraxineus* verursachte Eschentriebsterben einzudämmen.

STICHWORT

QUARANTÄNE-SCHADORGANISMEN

sind Insekten, Milben, Nematoden, Phytoplasmen, Bakterien, Pilze, Viren und Viroide, die in einem Gebiet, in dem sie noch nicht auftreten – oder noch nicht weit verbreitet sind –, potenziell stark schädlich sein können. Sie werden mit amtlichen Maßnahmen überwacht und bekämpft, weil sie einzelne Pflanzenarten direkt bedrohen oder eine Gefahr für die biologische Vielfalt insgesamt darstellen.



Zu hoch hinaus

Foto: Tamir Kalifa/NYT/Redux/laif

Ein Löschtrupp beim letzten Kontrollgang, kurz vor dem großen Brand: Das mehr als mannshohe, invasive Riesenschilf wurde kurz nach Aufnahme dieses Fotos gezielt in Flammen gesetzt. Es hatte sich am Ufer des Rio Grande in Texas extrem schnell ausgebreitet. Das Dickicht trocknete die Ufer immer stärker aus und verengte den Flusslauf im Big-Bend-Nationalpark deutlich. Dadurch verkleinerten sich die Lebensräume der Fische, und es kam immer häufiger zu Überflutungen im Park.

AUS EINER ANDEREN WELT

Um Pflanzen vor Krankheiten und Schädlingen zu schützen, nehmen Forscherinnen und Forscher völlig neue Perspektiven ein.

Es mag wirken wie ein ferner Planet, aber was hier zu sehen ist, ist ein Stück Wald in Deutschland: aufgenommen von einer Drohne, mit einer sogenannten Hyperspektralkamera. Diese Kameras erfassen ein Vielfaches der Lichtspektren, die das menschliche Auge wahrnehmen kann, und erkennen deshalb schon kleinste Veränderungen der Oberflächenstruktur. So können Forscherinnen und Forscher Rückschlüsse auf den Zustand von Bäumen ziehen und erkennen, wenn sie anhand von Schädlingen oder Dürre geschwächt sind. In diesem Fall dienen die Aufnahmen dazu, den Borkenkäfer aufzuspüren. Um befallene Bäume schneller zu entdecken, hat ein Forschungsteam eine Drohne entwickelt, die nicht

nur übermenschlich gut sehen, sondern auch riechen kann (mehr dazu lesen Sie auf den folgenden Seiten). Neben dem Borkenkäfer erschließen in unserer globalisierten Welt viele Schädlinge immer neue Gebiete und richten dort großen Schaden an. Ihre Spuren können auf den ersten Blick harmlos wirken: ein welkes Blatt oder ein paar Löcher im Holz. Gerade das ist aber die Herausforderung, vor der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf dem Gebiet der Pflanzengesundheit stehen, wenn sie das Risiko eingeschleppter Schädlinge eindämmen wollen. Sie müssen das Unsichtbare sichtbar machen. Und dabei kann es durchaus hilfreich sein, die Welt mit anderen Augen zu sehen.

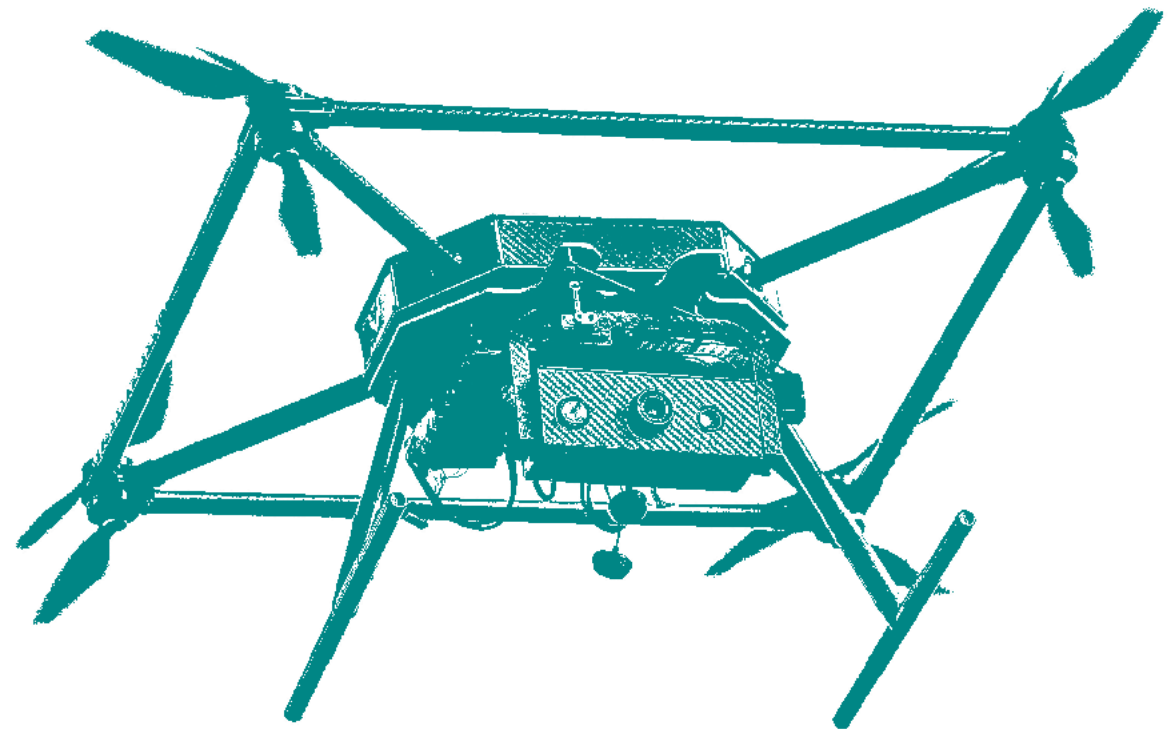
ZWEI GEGEN ZWEI ZWEI

Sie knabbern und raspeln, bohren und fressen – alteingesessene und neu angekommene Schädlinge machen den Bäumen in Wäldern und Gärten das Leben schwer. Doch auch die Forstleute rüsten auf und rücken den hungrigen Organismen mit neuen Methoden zu Leibe: Zwei Forschungsteams, zwei Käfer und zwei sehr unterschiedliche Herangehensweisen, um ihre Ausbreitung zu verhindern – am Boden und in der Luft, mit Tieren und Drohnen.

Auf vier Pfoten schnüffelt er durchs Laub, hält kurz am Stamm eines Ahorns inne, bevor es rasch und konzentriert weitergeht. Der Spürhund hat es auf einen ganz bestimmten Käfer abgesehen, dessen Larven sich durch das Holz der Bäume knabbern. Vor einigen Jahren wurde hier an dieser Stelle in einem Park in Bayern ein befallener Baum entdeckt und gefällt. Nun kontrollieren der Spürhund und ein Pflanzenschutzinspektor, ob sich nicht doch noch ein Käfer im Umkreis versteckt hat. So kann der Einsatz eines ALB-Spürhundes aussehen, der mit seiner feinen Nase einen gefürchteten, aus Asien eingeschleppten Baumschädling aufspüren kann: den Asiatischen Laubholzbockkäfer, kurz ALB.



Fotos: Dr. Thomas Schröder/JKI, Johann Ziereis



Während Waldi noch schnüffelt, fliegt etliche Kilometer weiter nördlich bei Göttingen eine Drohne nahezu lautlos über den Baumwipfeln eines Nadelwaldes. Geschickt navigiert sie der Pilot etwa einen Meter über den Baumkronen entlang. Auch sie erschnüffelt einen Baumschädling, den die Forstleute allerdings schon lange kennen und fürchten. Der einheimische Borkenkäfer hat ebenfalls ein enormes Zerstörungspotenzial – ist dabei aber klein und unscheinbar. Genau das macht ihn so gefährlich: Denn am Anfang bleibt der Schaden des Borkenkäfers, der es vor allem auf Fichten abgesehen hat, unbemerkt. Still und heimlich bohren sich die ersten Käfer in den Stamm der Fichte, fressen unter der Rinde Brutgänge für ihre Nachkommen ins Holz und legen Eier hinein. Ist der Baum gesund und widerstandsfähig, kommen die Käfer allerdings nicht weit. Flüssiges Harz, das der Baum in die Fraßgänge pumpt, wird zur klebrigen Falle für die Angreifer. Solange es feucht und kühl genug für die Harzproduktion ist, kann der Baum diese Abwehr aufrechterhalten. Wenn aber die Sommer besonders trocken und heiß sind, wird es schnell kritisch. Dann versiegt das Harz und die Abwehr bröckelt. Buchdrucker und Kupferstecher – die in der Forstwirtschaft am meisten gefürchteten Borkenkäfer – haben dann freie Bahn. Während unter der Borke der Kampf tobt und sich die geschlüpften Larven in die Wachstumsschicht vorarbeiten, zeugen nur winzig kleine Bohrlöcher in der Rinde und herausrieselndes Bohrmehl vom Überlebenskampf des Baumes. Erst wenn bereits mehrere Generationen an Jungkäfern ausgeflogen sind, wird der gesamte Schaden sichtbar: Die Baumkrone verfärbt sich braun, die Nadeln beginnen zu fallen, der Baum stirbt.



Während der Borkenkäfer hierzulande schon lange sein Unwesen treibt, ist der Asiatische Laubholzbockkäfer ein Neuling in deutschen Grünanlagen und einzelnen Waldstücken. Der schwarz-weiß gescheckte Käfer wurde 2004 erstmals bei Neukirchen am Inn bei Passau entdeckt. Vermutlich wurden die Tiere über Verpackungsholz in Containerladungen aus Asien eingeschleppt, konnten entweichen und suchten sich neue Wirtsbäume in der Umgebung. Die Larven fressen sich durch das Holz und zerstören die nährstoffleitenden Schichten des Wirtsbauens. Spätere Larvenstadien dringen noch tiefer ins Holz ein und schwächen ihn auch statisch. Vor allem in der Krone können abbrechende Äste und welkes Laub auf den Käfer hinweisen. Ist der Käfer erst einmal in den Baum gelangt, hat dieser kaum eine Überlebenschance.



Der einheimische Borkenkäfer hat sich längst im ganzen Land verbreitet. Mit großer Sorge blicken Forstleute vor allem auf die Massenvermehrungen der Insekten, die immer dann auftreten, wenn die Bäume besonders geschwächt sind. „Normalerweise gibt es ein bis zwei Käfergenerationen im Jahr“, erklärt der Forstwissenschaftler Dr. Sebastian Paczkowski von der Abteilung für Forstliche Arbeitswissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen. In einem besonders heißen und trockenen Jahr wie 2018 können in einer Saison bis zu vier Käfergenerationen auftreten. Besonders problematisch ist dabei, dass auch gesunde Bäume einem massenhaften Angriff kaum etwas entgegenzusetzen können. Innerhalb weniger Wochen kann in einem solchen Ansturm hektarweise Wald verloren gehen.



Der Asiatische Laubholzbockkäfer gilt als invasive Art, die in neue Gebiete einwandern und sich dort massenhaft vermehren könnte. Als sogenannter Quarantäneschadorganismus eingestuft, gelten in der gesamten EU für ihn strenge amtliche Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen, deren Ziel es ist, die weitere Ausbreitung zu verhindern und den Erreger auszurotten. Gelingt es nicht, den Käfer im Zaum zu halten, befürchten Fachleute aus der Forstwissenschaft enorme Schäden an Laubbäumen in Gärten oder Parks, möglicherweise auch in Wäldern. Besonders bedrohlich: Der Neuankömmling ist in seiner Nahrung nicht wählerisch. Er befällt Ahorne, Weiden, Pappeln und zahlreiche weitere Laubgehölze. Noch ist die Art in Deutschland nicht in großen Zahlen vorhanden, sie könnte sich jedoch unkontrolliert ausbreiten. Viele gesunde Bäume könnten dann absterben. Daher gilt: Je früher der Asiatische Laubholzbockkäfer bekämpft wird, desto besser. Bei seinem ersten Auftreten in Neukirchen reagierten die Behörden rasch. Rigoros wurden befallene und benachbarte Bäume gefällt, gehäckselt und verbrannt, ein intensives Monitoring im Umkreis folgte. Heute gilt die Population bei Passau als ausgerottet. Derzeit gibt es in Deutschland noch acht sogenannte Quarantänezonen, die in einem Umkreis von 2.000 Metern um einen befallenen Baum eingerichtet werden müssen. Vier Jahre lang darf in diesem Gebiet kein Käfer mehr entdeckt werden, erst dann wird die Quarantäne aufgehoben.



Foto: Johann Ziereis



Je früher, desto besser – das gilt auch für den Borkenkäfer. Um das große Baumsterben zu verhindern, muss der Befall so früh wie möglich entdeckt werden. Im Forschungsprojekt „ProtectForest“ haben sich Forscherinnen und Forscher von drei deutschen Universitäten zusammengefunden, um ein Frühwarnsystem zu entwickeln, das Borkenkäferbefall bereits im Anfangsstadium ermitteln kann. In der vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderten Studie setzt das Team um Sebastian Paczkowski auf fliegende elektronische Spürnasen. Werden Bäume von Borkenkäfern befallen, sondern sie zur Abwehr der Käfer ein Harz aus. Dieses enthält einen Duftstoff, der gleichzeitig die Insekten anlockt, denn er signalisiert: Hier könnte es lohnende Nahrungs- und Brutgründe geben. Schon kleinste Mengen des flüchtigen Harzbestandteils sollen jetzt nach den Plänen der Fachleute in Göttingen von Drohnen erfasst werden. Diese sind mit speziellen Gas-Sensoren ausgestattet und saugen über einen kleinen Rüssel Luft an. Alpha-Pinen heißt das Molekül, das intensiv nach Tannennadeln duftet und den fliegenden Drohnen den Weg zu befallenen Bäumen weisen soll.



Dem Asiatischen Laubholzbockkäfer sind ebenfalls feine Nasen auf der Spur – wenn auch keine elektronischen. Spürhunde begleiten die Kontrolleure des Pflanzenschutzdienstes, die mit Ferngläsern, Hebebühnen und professionellen Baumsteigern ausrücken. „Die Hunde können Bäume identifizieren, die nach außen keine Symptome zeigen“, erklärt der Forstpathologe Dr. Björn Hoppe. Er leitet das Labor für Forstquarantäne am Julius Kühn-Institut (JKI) in Braunschweig und entwickelt hier vor allem molekularbiologische Diagnostikmethoden, um die Käfer in Proben nachzuweisen, die aus ganz Deutschland eingeschendet werden. Bisher benötigen Hoppe und sein Team für den sicheren Nachweis DNA aus Larven- oder Käfergewebe. Zukünftig wollen die Forscherinnen und Forscher die Käfer-DNA auch in Nage- und Fraßrückständen nachweisen. Dann soll eine Holzprobe mit Kot- und Speichelresten des Käfers genügen, um ihm auf die Schliche zu kommen. Der Einsatz von Hunden gehört zu einer Reihe von Maßnahmen, für die das Institut für Pflanzengesundheit am JKI als Referenzlaboratorium Leitlinien entwirft, um eine Ausbreitung des Asiatischen Laubholzbockkäfers zu verhindern.

Kurz vorm Abflug: Mit speziellen Gas-Sensoren und einem kleinen Rüssel ausgestattet, wird die „Schnüffeldrohne“ über die Baumkronen geschickt.





Die elektronischen Spürnasen sollen im Frühjahr die Fährten des Borkenkäfers aufnehmen. Zu dieser Zeit werden die Käfer aktiv und suchen nach Brutmöglichkeiten. Für erste Testflüge stellen die Forscherinnen und Forscher im Wald einen Mast auf, an dessen Spitze sie eine Alpha-Pinen-Quelle befestigen. Der Mast simuliert damit einen befallenen Baum. Die drei an der Drohne befestigten Sensorköpfe liefern ein Erkennungsmuster, das spezifisch für das Duftmolekül ist. Meter für Meter überfliegen die mit hochsensiblen Sensoren und GPS-Sendern ausgestatteten Fluggeräte in Schrittgeschwindigkeit ein genau bemessenes Areal des Waldes. Dabei ermitteln sie stetig die Konzentration der Duftstoffe, die der Mast aussendet. Die gewonnenen Sensorsignale werden schließlich auf einer Karte sichtbar gemacht und sollen auch online zugänglich werden. Anhand des Musters der Alpha-Pinen-Verteilung sollen die Fachleute später erkennen können, wo geschädigte Bäume stehen. „Diese können dann schnell identifiziert und entnommen werden, bevor der Käfer sich überhaupt ausbreiten kann“, erklärt Sebastian Paczkowski. Die Methode verspricht schnellere und genauere Ergebnisse als bei bisher üblichen Verfahren, bei denen Forstleute die Wälder begehen und nach verräterischen Bohrlöchern und Harzspuren suchen. Zudem gelangt eine Drohne problemlos auch in schwer zugängliches Gebiet an Hängen und in Schluchten.



Mehrere Wochen Ausbildung in Vollzeit sind notwendig, damit ein Hund zu einem Bockkäfer-Experten wird und in diesen Quarantänegebieten zum Einsatz kommt. Prinzipiell sind zahlreiche Rassen und auch Mischlinge für das Training geeignet. Eine gute Portion Neugier sollten die Hunde mitbringen und Spaß an der Zusammenarbeit mit Herrchen und Frauchen haben. Die Tiere begleiten dann regelmäßig Fachleute der Pflanzenschutzinspektion, die das vorgeschriebene Monitoring mit ihrer Unterstützung durchführen. Voll ausgebildet können die Spürhunde allein am Geruch erkennen, ob ein Ahorn, eine Birke oder eine Kastanie bereits Larven des Asiatischen Laubholzbockkäfers beherbergt. Auch Verpackungsholz kontrollieren die feinen Hundenasen auf einen Befall mit dem unerwünschten Käfer. Um ihre Fähigkeiten nicht zu verlieren, müssen die Hunde ihr Training regelmäßig mit Geruchsproben auffrischen.



Spürhündin Ida im Einsatz für den Pflanzenschutzdienst der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.

Foto: Claas Nellen (Hund), Morphaart Creation/Shutterstock.com (Käfer links), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anoplophora_glabripennis.jpg; uselang=de (Käfer rechts)



Die Drohnen müssen ebenso wie die Hunde eine Art Training durchlaufen. Zumindest unter den Versuchsbedingungen funktioniert das Aufspüren der Alpha-Pinen-Duftquelle durch Drohnen bereits gut, Sebastian Paczkowski ist zufrieden. Damit die Methode belastbare Ergebnisse liefert, muss die Luft aber möglichst frei von Störstoffen wie Rauch oder Verwesungsgeruch sein. Außerdem darf höchstens leichter Wind wehen, um die Duftmoleküle nicht zu stark zu verwirbeln. Derzeit optimiert das Team die Sensoren mit Messungen im Labor, passt die Algorithmen der Software an und arbeitet gemeinsam mit Drohnenspezialisten an den technischen Feinheiten der Fluggeräte, die genau entlang der Baumkronen navigiert werden müssen.



Spürhunde für den Asiatischen Laubholzbockkäfer haben sich in der Praxis bereits bewährt und sind seit einigen Jahren im Einsatz. Björn Hoppe sieht in ihnen vor allem dort Vorteile, wo das Gelände für Menschen schwer zugänglich ist. Außerdem können die Tiere vorhandene Larven und Käfer schon früh erkennen, bevor Schäden überhaupt sichtbar werden. Dennoch bleiben offene Fragen. „Wir wissen trotz Forschung nicht, ob und wie viele befallene Bäume die Hunde übersehen“, sagt Hoppe. Hierfür müssen noch Qualitätsstandards erweitert und erarbeitet werden.

Dass sich der Asiatische Laubholzbockkäfer erfolgreich bekämpfen lässt, zeigen etliche Beispiele aus Europa und Deutschland – dank der fachgerechten Umsetzung vorgeschriebener Maßnahmen und einer guten Kommunikation zwischen Behörden und Bevölkerung. Ob aber der Borkenkäfer entscheidend dezimiert werden kann, wird sich erst in den kommenden Jahren zeigen. Klimawandel, von Nadelgehölzen dominierte Forste und das Einschleppen neuer Arten machen die Wälder anfälliger für Schäden. Im schwierigen Kampf gegen Forstschädlinge wird der Mensch deshalb auch zukünftig neue Ideen und Hilfe brauchen – ob motorbetrieben oder auf vier Pfoten.

Von Heike Kampe



Der Einheimische

Für fast jede Baumart gibt es einen Borkenkäfer, der sich darin wohlfühlt. Wirtschaftlich großen Schaden verursachen vor allem die unscheinbar braunen, nur wenige Millimeter großen Arten Kupferstecher und Buchdrucker, die an der Fichte zu finden sind. Wenn Trocken- und Hitzestress hoch sind oder großflächig Fichten an Standorten wachsen, in denen sie natürlicherweise nicht vorkommen, sind die Bäume geschwächt. Dann vernichten die Käfer, die sich unkontrolliert ausbreiten, in einem Jahr mehrere Millionen Kubikmeter Holz.

Der Neuankommling

Die Erscheinung des Asiatischen Laubholzbockkäfers ist beeindruckend. Vor allem die langen, schwarz-weiß gestreiften Fühler des bis zu vier Zentimeter langen Bockkäfers und seine weißen Flecken sind nicht zu übersehen. In Verpackungsholz reiste der Käfer von Ostasien aus in den 1990er Jahren in die USA und später nach Mitteleuropa ein. Hier besiedelt er gesunde Laubbäume und bringt sie zum Absterben. Er gilt als Neozoon, das heißt als eine eingeschleppte Tierart, die sich an den neuen Standorten massenhaft vermehren kann. Auch in seiner Heimat in China ist er seit den 1980er Jahren ein gefürchteter Forstschädling, der jedes Jahr Schäden in Millionenhöhe verursacht.



Dr. Sylvia Blümel leitet die Abteilung Pflanzengesundheit in Obst-, Wein- und Spezialkulturen bei der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit.



„IM KAMPF GEGEN SCHADERREGER AN PFLANZEN SIND DIE INTERESSEN WELTWEIT DIE GLEICHEN“

Über Ländergrenzen hinweg die Forschung zu gebietsfremden Pflanzenschädlingen voranbringen – mit dieser Aufgabe ist das internationale Forschungsnetzwerk Euphresco betraut. Auch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft ist Mitglied. Die österreichische Vorsitzende der Management-Gruppe von Euphresco, Dr. Sylvia Blümel, erläutert, warum die globale Zusammenarbeit wichtig ist und wie sie funktioniert.

Warum braucht die Forschung im Bereich Pflanzengesundheit die internationale Perspektive?

Das Thema war lange Zeit eine rein nationale Angelegenheit, aber Pflanzenschädlinge machen vor Grenzen nicht halt. Vor allem der globalisierte Handel und der weltweite Tourismus führen dazu, dass Schaderreger von einem Kontinent auf den anderen gelangen und sich dort ansiedeln können. Der wirtschaftliche Schaden, den gebietsfremde Schaderreger in der Landwirtschaft verursachen, wird allein in der EU auf zwölf Milliarden Euro jährlich geschätzt. Außerdem nehmen die Arten der Schaderreger sowie ihre Anzahl auch aufgrund des Klimawandels zu, vor allem durch die globale Erwärmung. Da gibt es großen Forschungsbedarf, der am besten länderübergreifend geplant und koordiniert wird, damit Themen nicht doppelt bearbeitet und finanzielle Ressourcen zielgerichtet eingesetzt werden können.

Wer ist an dem Netzwerk beteiligt?

Mitglieder in unserem Netzwerk sind Ministerien, Behörden und Forschungseinrichtungen, die Mittel für die angewandte Forschung in der Pflanzengesundheit bereitstellen. Euphresco steht als Abkürzung für „European Network for Phytosanitary Research Coordination and Funding“, weil das Netzwerk als EU-Projekt gestartet wurde. Inzwischen reicht unser Netzwerk aber weit über Europa hinaus und wird ausschließlich über Mitgliedsbeiträge finanziert. Wir haben mehr als 70 Mitglieder aus über 50 Ländern. Die USA, Kanada, Australien und Neuseeland sowie einzelne Länder aus Südamerika, Asien und Afrika sind dabei. Wir versuchen, das Netzwerk immer weiter auszubauen. Im Kampf gegen Schaderreger sind die Interessen ja weltweit die gleichen: Pflanzenschädlinge möglichst früh erkennen und ihre Ausbreitung verhindern oder – wenn das nicht gelingt – sie zumindest eindämmen.

Wie entscheiden Sie, woran geforscht wird?

Es gibt jährliche Ausschreibungen, bei denen Ministerien und Agenturen, auch nach Abstimmung mit Pflanzenschutzdiensten oder Pflanzen- und Saatgutproduzenten, Themen einreichen können. Diese orientieren sich an den Zielen der

gemeinsam entwickelten Forschungsagenda. Die Netzwerkmitglieder wählen die Forschungsprojekte aus, die eine Förderung erhalten. Überwiegend finanzieren unsere Mitglieder angewandte Forschung, die kurz- bis mittelfristig Lösungen für aktuelle Probleme der Pflanzenschutzdienste liefert. Dabei handelt es sich zum Beispiel um die Entwicklung von Diagnosemethoden, mit denen sich neu auftretende Schaderreger zuverlässig bestimmen lassen.

Worauf kommt es bei diesen Methoden an?

Die Diagnosemethoden müssen in der Praxis zuverlässig funktionieren und qualitäts gesichert sein. Wenn man zum Beispiel bei Importkontrollen im Hafen eine Obstsendung wegen eines Fruchtfliegenbefalls zurückhält, dann bedeutet das einen wirtschaftlichen Schaden für den Händler. Da müssen die Behörden also sicher sein, dass es sich um einen Quarantäneschädling handelt und ein Importverbot, eine Rücksendung oder eine Quarantäne der Sendung wirklich angezeigt ist.

Und wenn ein Schädling eingewandert ist?

Dann müssen die Ausbreitung überwacht und Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Auch da kann länderübergreifende Forschung helfen, um neue Methoden für die Früherkennung oder die Erfolgskontrolle von Pflanzenschutzmaßnahmen zu entwickeln. Drohnen zum Beispiel eröffnen ganz neue Möglichkeiten

für die Überwachung von großen Flächen (mehr dazu im Bericht ab Seite 10). In einem von uns finanzierten Forschungsprojekt zu Drohnen bringen wir Expertinnen und Experten aus verschiedenen nationalen Projekten zusammen, um den Austausch zu fördern und Forschungslücken aufzuspüren.

Was wird in der Forschung zu Pflanzengesundheit in den nächsten Jahren wichtig?

Ein Beispiel, das uns sehr beschäftigt: Es gibt molekulargenetische Diagnosemethoden, die immer genauer werden. Beim sogenannten Next Generation Sequencing (NGS) lassen sich große Probenmengen in sehr kurzer Zeit und mit hoher Genauigkeit untersuchen. Das ermöglicht zum Beispiel das Screening von Pflanzen auf viele verschiedene Viren mit einer Diagnosegenauigkeit, die wir vorher nicht kannten. Wir untersuchen also eine Pflanze auf einen als Schaderreger bekannten Virus und entdecken dabei viele weitere Viren. Daraus ergeben sich Fragen: Welche Bedeutung haben diese Viren? Verursachen sie ebenfalls Krankheitssymptome oder nicht? Wie wirken sie zusammen? Die Datenmenge führt also zu Interpretationsproblemen. Es gilt herauszufinden, wie sich die vielen Ergebnisse, die die neue Diagnosemethode generiert, sinnvoll einordnen und nutzen lassen.

Das Gespräch führte Ulrike Wronski.



Gemeinsam für gesunde Kirschbäume

Sie sind viel kleiner, ungewöhnlich herzförmig, aber vor allem schmecken sie fade oder sogar bitter. Mit dem sogenannten *Little Cherry Virus* infizierte Kirschen sind zwar ungefährlich für den Menschen, aber seit Jahrzehnten ein ökonomisches Problem in vielen Ländern. Denn auf Plantagen verteilt sich das Virus schnell und nach Ausbruch der Krankheit ist eine Behandlung kaum möglich. Die Bäume können nur noch gefällt werden.

Bis Ende 2019 untersuchte daher eine länderübergreifende Euphresco-Forschungsgruppe das Virus. Um es besser zu verstehen, künftig schneller zu erkennen und seine Ausbreitung einzudämmen oder zu verhindern, sammelten die beteiligten Länder infektiöses Material. Durch die anschließende Sequenzierung des genetischen Materials des Virus erlangten die Forscherinnen und Forscher wichtiges Wissen über die Epidemiologie der beiden bislang bekannten Virusarten. Zudem überprüften sie die gängigen Diagnoseverfahren auf ihre Qualität und stellten fest, dass diese sehr gut funktionieren. Gute Voraussetzungen also für den erfolgreichen Kampf um süße Kirschen.

EIN BAKTERIUM ERNTET AB

Von diesem Winzling geht für Ernten weltweit ein hohes Risiko aus: *Xylella fastidiosa*, das Feuerbakterium. Für mindestens 300 Pflanzen stellt es eine große Bedrohung dar, weshalb seine bereits vor Jahrzehnten angetretene Weltreise vielerorts mit harten Methoden bekämpft wird.

Das Feuerbakterium gilt als größter Feind der südeuropäischen Olivenbäume und vieler weiterer Nutzpflanzen. Besonders in Italien sind die wirtschaftlichen Schäden durch Ernteaussfälle immens. Anderswo – etwa in Deutschland – blieb es bisher nur bei einem Kurzbesuch des ursprünglich in Amerika heimischen Bakteriums. Im Jahr 2016 wurde der Schädling erstmals in Deutschland gefunden: an einem privaten Oleander, der zum Überwintern in einer Gärtnerei stand. Weil Zikaden das Bakterium sehr schnell übertragen, mussten viele Pflanzen im Umkreis von 100 Metern zu der Zierpflanze vernichtet werden. Seit März 2018 gilt Deutschland wieder als frei von Befall. Die Weltkarte zeigt sämtliche Gebiete

aktuell lebt. Hellblau sind dabei diejenigen Länder eingefärbt, die befallen sind und in denen aktuell Maßnahmen zur Eindämmung ergriffen werden. Die dunkelblau eingefärbten Länder hingegen sind nur lokal befallen. Hier versucht man noch, *Xylella* komplett wieder auszurotten.

Fachleute schätzen, dass sich das Bakterium darüber hinaus an weiteren, hier nicht markierten Orten unentdeckt niedergelassen hat – sei es, weil nicht überall beprobt und getestet wird oder weil Menschen den möglichen Befall aus Angst vor den Folgen der Bekämpfung lieber nicht melden.

Das Bakterium hat seinen Ursprung in Nord-, Zentral- und Südamerika. Den Weg in andere Länder fand es höchstwahrscheinlich über den Handel mit infizierten Pflanzen oder über Insekten in Pflanzenlieferungen.



2015 meldete Frankreich den ersten Nachweis des Feuerbakteriums auf Korsika, hauptsächlich an der Kreuzblume *Polygala myrtifolia*, später auch auf dem Festland in Südfrankreich.

2013 wurde es erstmals in Europa nachgewiesen, und zwar in Apulien/Italien an Olivenbäumen.

2014 gab es erste Nachweise im Iran, betroffen waren Weinreben und Mandelbäume.

2019 fand man das Bakterium erstmals in Israel, und zwar in Mandelbaumplantagen im nordöstlichen Teil des Landes.

In welchem Jahr genau *Xylella fastidiosa* nach Taiwan kam, ist unbekannt. Spätestens seit 2002 ist das Bakterium jedoch auch in diesem Land zugegen.

■ befallen

■ vorübergehend befallen



Xylella fastidiosa

Trivialname: Feuerbakterium

Arten: Vier Unterarten bislang bekannt

Speiseplan: 300 Pflanzenarten

Verbreitungswege: Regional über Zikaden, überregional über infizierte Pflanzen oder Insekten in Pflanzenlieferungen



Endlich weg vom Fleck

Ein Virus bedroht weltweit die Tomatenernte. Auch in Deutschland trat der Erreger kurzzeitig auf. Doch hierzulande gelang es mit schnellem Handeln und strikten Maßnahmen, ihn vollständig zu beseitigen – und das rote Lieblingsgemüse zu schützen.



Das Virus kann im Gewächshaus leicht von Reihe zu Reihe übertragen werden – in großen Betrieben gelten daher besondere Hygienemaßnahmen.

Die Symptome der Viruskrankheit sind vielfältig: Reife Früchte weisen oftmals gelbe Flecken oder eine fehlende Ausfärbung auf. Eine mosaikartige Verfärbung und blasige Wölbung der Blätter können auf eine Infektion hinweisen.

Im Oktober 2018 machten Gemüsebauern in Nordrhein-Westfalen einen folgenschweren Fund: In sieben Gewächshäusern mit Tomaten, auf einer Fläche von insgesamt 35 Fußballfeldern, wies ein Teil der Früchte Flecken auf. An einigen Pflanzen hatten sich die Blätter aufgewölbt und waren vergilbt. Daraufhin schalteten die Gärtnerinnen und Gärtner den Pflanzenschutzdienst der zuständigen Landwirt-

schaftskammer ein. Die Fachleute entnahmen Tomatenproben, um sie im Labor auf Schädlinge zu analysieren. Wenige Wochen nach dem Fund bestätigte die Kammer die Identität des Erregers offiziell: Die Pflanzen hatten sich mit dem neuartigen *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (ToBRFV) infiziert. Um die Ausbreitung des Virus zu verhindern, griff die Kammer zu radikalen Maßnahmen: Sämtliche To-

matenpflanzen wurden aus den betroffenen Gewächshäusern entfernt und vernichtet, das Substrat wurde erneuert und alle Oberflächen wurden desinfiziert.

Keine Resistenzen bekannt

„Als gelernter Gärtner kann ich die Bedeutung des großen wirtschaftlichen Schadens nachvollziehen, den die Betriebe

hinnehmen mussten. Doch so schmerzhaft die Eingriffe auch waren, langfristig wirkten sie“, sagt Dr. Heiko Ziebell vom Julius Kühn-Institut (JKI), dem Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Seit rund zehn Jahren forscht der Virologe am JKJ, das neuartige Virus war das bislang schadhafte in dieser Zeit. ToBRFV besitzt die Form eines Stäbchens und ist zwar winzig klein, gehört aber zur äußerst aggressiven Gattung der Tobamoviren, die das Wachstum von Tomaten beeinträchtigen. Die Früchte reifen nach dem Befall nur noch an einigen Stellen und genügen nicht mehr den Qualitätsanforderungen. Weil die Pflanzen weniger Rispen und Früchte ausbilden oder sogar absterben, sinkt der Ertrag. Für Menschen ist der Erreger nicht gefährlich – ganz gleich, ob Pflanzen berührt oder Tomaten gegessen werden. Gegen einige Tobamoviren, zum Beispiel das Tomatenmosaikvirus, sind Resistenzgene bekannt, die zum Schutz der Tomaten eingekreuzt werden. Doch gegen das neuartige Tobamovirus wurden bisher noch keine Resistenzen gefunden.

In Deutschland angekommen, hatte das Virus bereits einen langen Weg hinter sich: 2014 wurde in Israel der Erstbefall dokumentiert, 2015 tauchte das Virus im Nachbarland Jordanien auf. 2018 landete es in Europa: in den Gewächshäusern in Nordrhein-Westfalen. „Wir erhielten infiziertes Pflanzenmaterial, um den Erreger zu bestimmen“, erinnert sich Ziebell. „Am Elektronenmikroskop erkannten wir zunächst nur die Virusgattung. Der eindeutige Nachweis gelang uns erst mit molekularbiologischen Methoden.“

Befallsfrei seit 2019

Alle Pflanzenschädlinge, die potenziell starken Schaden verursachen und in einem Gebiet auftauchen, in dem sie noch nicht verbreitet sind, müssen dem JKJ gemeldet werden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bewerten dann die Risiken für die Pflanzengesundheit hierzulande und in der gesamten EU. Treten Viren auf, ist die Expertise Ziebells gefragt. Mit anderen Fachleuten erstellt er anhand internationaler Vorgaben sogenannte Express-Risikoanalysen. Diese

182 Nationen weltweit arbeiten zusammen gegen die Verbreitung von Pflanzenschädlingen. Damit das gelingt, spielen Verfahren zum Nachweis der Erreger eine wichtige Rolle.

dienen den Pflanzenschutzdiensten als Grundlage, um wirkungsvoll einzuschreiten. Weil die Betriebe in Nordrhein-Westfalen nach dem Befall durch ToBRFV alles Notwendige zum Schutz der Pflanzengesundheit umsetzen, konnte eine weitere Ausbreitung verhindert werden. 2019 meldeten die Fachleute des JKJ der Europäischen Kommission: Deutschland ist befallsfrei. Doch das Virus verteilte sich auf anderen Wegen weiter in Europa. Zusätzlich tritt es mittlerweile in China, Mexiko und den USA auf. Darüber hinaus sind vermutlich auch Saudi-Arabien, Chile und Äthiopien betroffen.

Sprunghaft und langlebig

„Wir wissen, dass der Erreger prinzipiell durch Saatgut und infizierte Pflanzen eingeschleppt wird“, erläutert Ziebell, „doch in den Gewächshäusern in Deutschland war es nicht mehr möglich, die genaue Quelle der Übertragung nachzuvollziehen.“ Möglicherweise gelangte das Virus schon Monate, bevor sich Symptome zeigten, in die Betriebe. ToBRFV bleibt nämlich auf Oberflächen aus Plastik, Aluminium und Stahl mindestens vier Wochen lang stabil, wie Tests ergeben haben. Zusätzlich kann nur eine einzelne infizierte Tomate hektarweise Bestände anstecken, denn der Erreger breitet sich leicht von Pflanze zu Pflanze aus: Damit im Gewächshaus Tomaten hochranken können, zieht sie das Personal durch Aufhänger. Dadurch entstehen an der Pflanze kleine Verletzungen. Auch das Ausgeizen, also das Entfernen der Seitentriebe, die Ernte der Früchte und selbst das Wachstum der Wurzeln führen zu winzigen Öffnungen, über die das Virus eindringen kann. „Alles, was infizierte Pflanzen berührt und dann mit gesunden Tomaten in Kontakt kommt, ist ein poten-

zieller Überträger“, erläutert Ziebell. Dazu gehören Geräte wie Gartenscheren, Transportkisten sowie die Handschuhe des Personals.

Weil die befallenen Betriebe in Nordrhein-Westfalen eng miteinander vernetzt waren, hatte der Erreger dort leichtes Spiel. Um zu verhindern, dass sich erneut eine Pflanzenkrankheit von Gewächshaus zu Gewächshaus überträgt, ist heute zum Beispiel festgelegt, dass bestimmte Scheren nur noch in bestimmten Reihen genutzt werden dürfen. Darüber hinaus werden alle Werkzeuge regelmäßig abgeflammt oder desinfiziert. Doch nicht nur Hygienemaßnahmen sind sinnvoll. Mit dem „Internationalen Pflanzenschutz-Übereinkommen“ (IPPC) einigten sich 182 Vertragspartner weltweit darauf, beim globalen Saatgut- und Pflanzenhandel strikte Kontrollen durchzuführen, um der Verbreitung von Pflanzenschädlingen entgegenzuwirken. Damit das gelingt, spielen Verfahren zum Nachweis der Erreger eine wichtige Rolle. So auch beim neuartigen ToBRFV. Deshalb überprüfen Ziebell und sein Team am JKJ verschiedene Nachweisverfahren auf ihre Eignung. „Dafür haben wir in unserem Quarantäne-gewächshaus einige Tomatenpflanzen infiziert“, erklärt der Experte. Im Einzelnen vergleichen die Fachleute Verfahren, bei denen sich das Virus anhand bestimmter Genomabschnitte identifizieren lässt. Dabei ermitteln sie, wie treffsicher die Tests ToBRFV von anderen Viren unterscheiden – und ob die Verfahren auch schon bei geringen Mengen des Virus, also zu Beginn einer Infektion, richtig anzeigen. So soll die Ernte des deutschlandweit beliebtesten Gemüses auch künftig gesichert bleiben.

Von Stephanie Eichler

Berlin

Keine Angst vor Corona?

Wie nehmen Bürgerinnen und Bürger das Risiko wahr, das vom neuartigen Coronavirus ausgeht? Das ermittelt das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) über den sogenannten Corona-Monitor und befragt dafür seit dem 24. März wöchentlich rund 500 Menschen telefonisch. Die Erkenntnisse gewichten sie nach Geschlecht, Bildung, Alter, Erwerbstätigkeit, Ortsgröße und Bundesland. So ergibt sich ein detailliertes Bild – etwa dazu, wie das Kontaktverbot wahrgenommen wird: Während dieses in der ersten Befragung im März noch von 92 Prozent der Bevölkerung akzeptiert wurde, beurteilten es Anfang Mai nur noch 67 Prozent der Befragten als angemessen. Die Nähe zu anderen Menschen sahen zudem nur noch 63 Prozent als wahrscheinlichen Infektionsweg – ein Rückgang von 18 Prozentpunkten im Vergleich zum Beginn der Studie.

Unterschiede in der Wahrnehmung zum Ansteckungsrisiko gibt es auch zwischen den Altersgruppen: Während sich bei den 40- bis 59-Jährigen Anfang Mai nur 32 Prozent sehr sicher fühlten, das Ansteckungsrisiko kontrollieren zu können, lag das Sicherheitsgefühl bei der jüngeren (40 Prozent) und älteren Altersgruppe (41 Prozent) höher. Sehr hoch (bei 92 Prozent) lag bei Redaktionsschluss am 11. Mai noch die Akzeptanz für Reisebeschränkungen. Inwiefern sich das mit Blick auf die Sommerferien ändert, wird der Corona-Monitor zeigen. Das BfR nutzt die Daten, um die Wahrnehmung der Bevölkerung einzuschätzen und ihren Informationsbedarf zu ermitteln. Dementsprechend aktualisiert es immer wieder seine FAQs. Eine Zusammenfassung der Daten veröffentlicht das Institut regelmäßig auf seiner Website. Mehr Informationen zur Methode und Stichprobe finden sich in den Veröffentlichungen zum BfR-Corona-Monitor.

Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Straße 8–10
10589 Berlin
www.bfr.bund.de



Braunschweig

Wo Hummeln sich tummeln

Wenn vom Insektensterben die Rede ist, denken viele in erster Linie an Bienen. Doch auch Hummeln sind gefährdet. Das Thünen-Institut entwickelt ein einheitliches Hummelmonitoring, um die Ursachen ihres Rückgangs zu untersuchen. Hummeln brauchen ökologische Nischen. Die Bestäuber ernähren sich von Pollen und Nektar und nisten häufig in Erdhöhlen. Verändern sich Wiesen und Äcker, reagieren sie empfindlich. Das Monitoring, das im Rahmen des Vorhabens „MonViA“ entsteht, soll die Wechselwirkungen zwischen dem Wandel in der Landwirtschaft und dem Rückgang der Hummeln untersuchen. Das Forschungsteam erarbeitet standardisierte Methoden, um die Populationen zu erfassen. Im Anschluss erhebt es bundesweit Daten zum Hummelvorkommen: Welche Arten gibt es und wie häufig treten sie auf? Wie viel Nahrung finden sie? Die Studie soll Aufschluss darüber geben, ob Maßnahmen wie Blühstreifen Hummeln schützen können.

Thünen-Institut für Biodiversität
Bundesallee 65
38116 Braunschweig
www.thuenen.de

Leipzig

Aus Mist mach Gas

Mehr Gülle und Stroh in Energie umwandeln – im Projekt „ChinaRes“ fördert eine deutsch-chinesische Arbeitsgruppe den Wissensaustausch über Bioenergie, koordiniert vom Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ). Das Team fand heraus, dass in beiden Ländern mehr Biogas aus landwirtschaftlichen Reststoffen erzeugt werden könnte. So ergab eine Umfrage unter deutschen Anlagebetreiberinnen und -betreibern, dass sie 60 Prozent der Gülle nicht für die Biogasproduktion verwerten. Das liegt vor allem an wirtschaftlichen und rechtlichen Hindernissen. In China werden mehr als 40 Prozent des Vieh- und Geflügelmists noch nicht effektiv genutzt. Auf der Projekt-Website stellt die Arbeitsgruppe ausführliche Informationen über rechtliche Rahmenbedingungen, Tierhaltung und Biogastechnologie in beiden Ländern zur Verfügung. Das Team gibt sein Wissen auch in Workshops weiter und vernetzt Fachleute aus der Praxis.

Deutsches Biomasseforschungszentrum
Torgauer Str. 116
04347 Leipzig
www.dbfz.de

Braunschweig

Eine Frage der Erde

Winzige Fadenwürmer machen Kartoffeln und Zuckerrüben zu schaffen. Diese sogenannten Zysten-Nematoden bilden helle Bläschen an den Wurzeln und hindern die Pflanzen daran, Nährstoffe aufzunehmen. Die Organismen können auf Feldern große Schäden anrichten, sind schwer zu bekämpfen und verbreiten sich vor allem über kontaminierte Resterden. Denn bei der Ernte bleibt Erde an den Knollen haften, die wieder auf die Äcker ausgebracht wird. Daher untersucht das Julius Kühn-Institut, wie Resterden von den Erregern befreit werden können. Es testet verschiedene Verfahren wie die Bodendesinfektion, die Kompostierung und die Hitzebehandlung und ermittelt die richtige Behandlungsdosis.

Julius Kühn-Institut
Messeweg 11/12 | 38104 Braunschweig
www.julius-kuehn.de

Karlsruhe

Nie mehr anonym unterwegs

Wenn Pflanzenschutzdienste bei Einfuhrkontrollen Käfer entdecken – zum Beispiel im Verpackungsholz –, müssen sie diese identifizieren, um mögliche Risiken abzuschätzen. Doch bisher fehlt es bei Kontrollen der Pflanzengesundheit oft an Daten über eingeschleppte Käfer. Deshalb entwickeln das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg und die Universität Hohenheim Methoden, um Larven und Tiere eindeutig und schnell zu bestimmen. Sie erfassen dazu die äußeren Merkmale und untersuchen genetische Eigenschaften. In einer Datenbank stellen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler diese Diagnoseverfahren für mehr als 100 Käferarten frei zur Verfügung.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg
Neßlerstr. 25 | 76227 Karlsruhe
ltz.landwirtschaft-bw.de

Abgefangen

Bananen aus Costa Rica oder ein Bonsai aus Japan: Obst und Gemüse, Pflanzen, Holz und Saatgut werden global gehandelt. Um zu verhindern, dass sich damit auch Pflanzenschädlinge und -krankheiten ausbreiten, haben die meisten Staaten Regelungen für den internationalen Handel mit Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen erlassen. Auch in der EU gibt es solche Vorschriften. Um Obst, Gemüse oder Pflanzen einführen zu dürfen, brauchen Händlerin-

nen und Händler sogenannte Pflanzengesundheitszeugnisse. Holzverpackungen wie Paletten und Kisten müssen markiert werden. Die nationalen Pflanzenschutzdienste überprüfen die Waren: Liegen alle Dokumente vor und sind sie korrekt? Lassen sich an der Ladung Insekten, Viren oder andere Schadorganismen feststellen (mehr dazu auf Seite 28)? Bei Verstößen oder einem nachgewiesenen Befall werden die Sendungen zurückgewiesen, behandelt oder gar vernichtet.

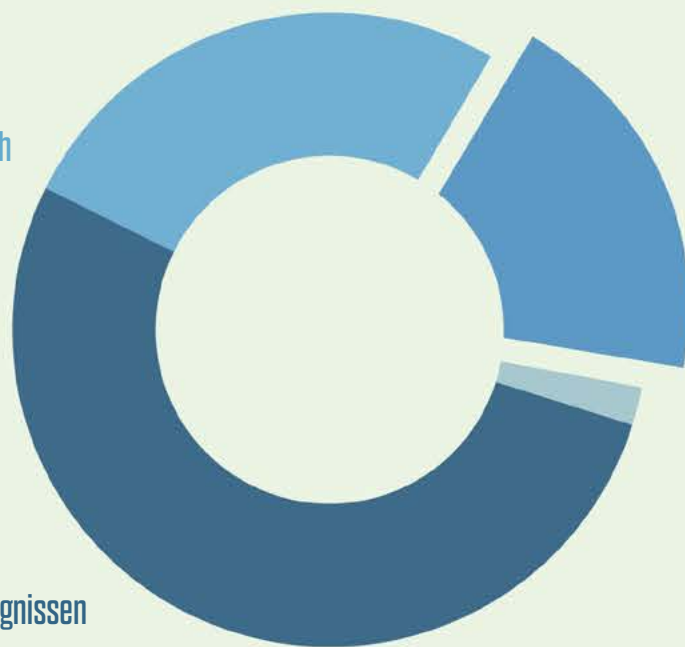
Zudem teilen die Pflanzenschutzdienste die Beanstandungen über das Melde- und Frühwarnsystem EUROPHYT mit Kolleginnen und Kollegen in ganz Europa. Im Jahr 2018 fanden sie zum Beispiel bei 1.712 Ladungen Schädlinge – meist in Obst und Gemüse wie Paprika, Auberginen, Mangos und Zitrusfrüchten. Mithilfe dieser Informationen können die Pflanzenschutzdienste ihre Kontrollen gezielter durchführen und gefährliche Ware auch zukünftig abfangen.

8.720 Beanstandungen

bei pflanzlichen Waren, die 2018 in die EU importiert wurden

2.279 Ladungen mit Holzverpackungsmaterial, das nicht den Sicherheitsbestimmungen entsprach

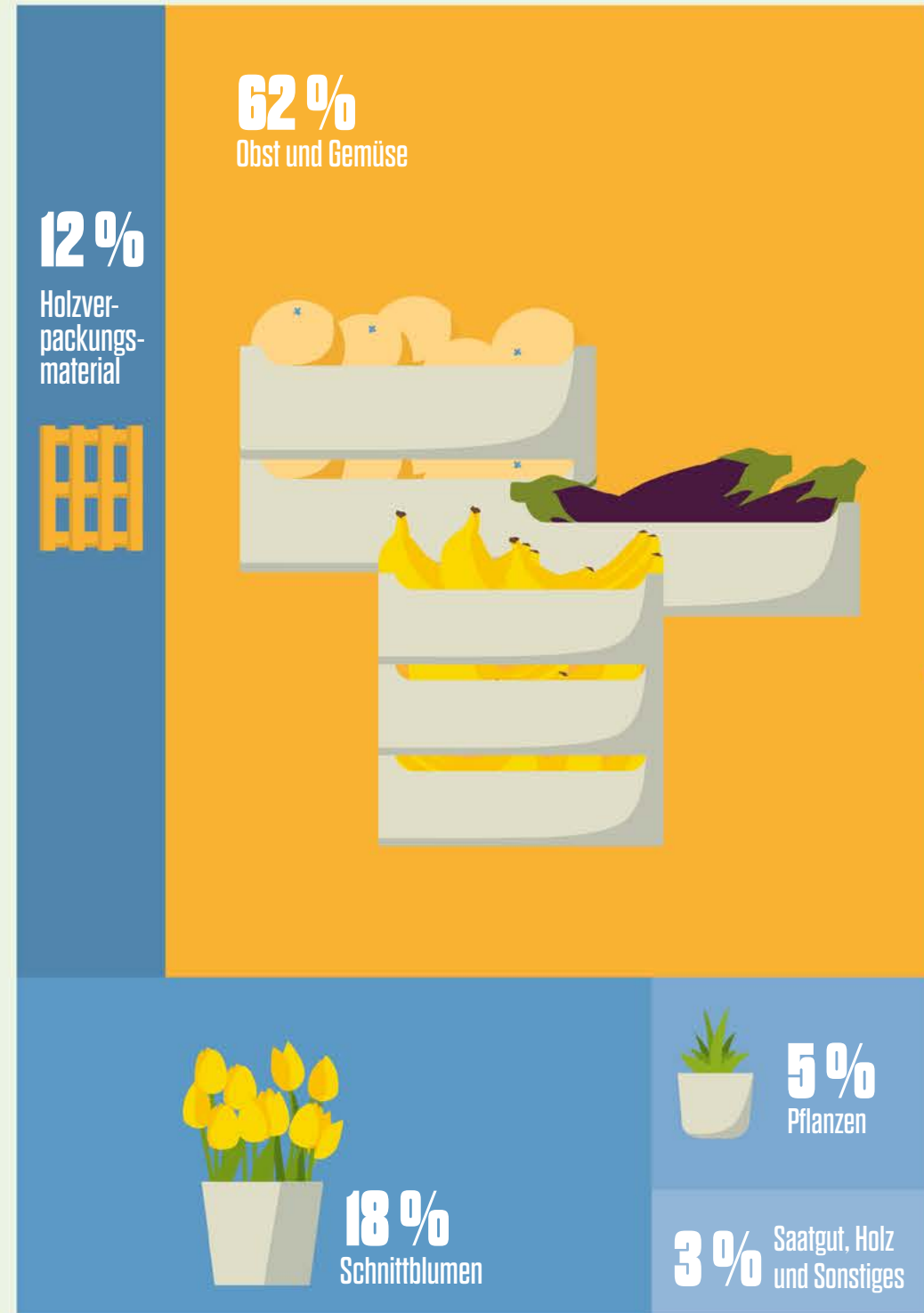
4.579 Ladungen mit fehlenden bzw. unzureichenden Pflanzengesundheitszeugnissen



1.712 Ladungen, bei denen Schadorganismen festgestellt wurden, 16% mehr als im Vorjahr

150 Sonstiges

Fundorte der Schadorganismen:



Häufigste Schadorganismen (Anzahl der Fälle)



291

Fruchtfliege

215



Weißer Fliege

154



Fransenflügler

105



Falsche Kabeljau-Motte

53



Zitrus-Schwarzfleckenkrankheit

49



Minierer

Die Papiere, bitte

Sie sind die Grenzpolizei für Insekten, Bakterien und Viren: Pflanzengesundheitsinspektoren verhindern an deutschen Flughäfen, dass gebietsfremde Pflanzenschädlinge mit Blumen, Obst und Gemüse in die EU gelangen.



Kein Zeugnis, kein Zutritt: Am Frankfurter Flughafen landen täglich im Schnitt 200 Kilogramm Früchte und Pflanzen aus dem Gepäck von Reisenden im Müll.

Kaum jemand kennt die Aufgabe der Männer und Frauen, die unauffällig neben den Flughafen-Zollbeamten auf die ankommenden warten. Andreas Scharnhorst ist einer von ihnen. Er hat die Menschen, die an ihm vorbeiziehen, genau im Blick. Immer wieder bittet der Zoll Reisende, ihre Taschen und Koffer zu öffnen. Sollte dabei Thai-Basilikum oder eine Pflanze zum Vorschein kommen, kassiert Scharnhorst die Mitbringsel ein. Je nach Vergehen drohen zudem Verwarnungen oder Strafen. Andreas Scharnhorst ist Pflanzengesundheitsinspektor am Frankfurter Flughafen. Und er wundert sich: „Die Leute wissen, dass sie keinen Apfel nach Australien einführen dürfen, aber bringen Früchte von den Seychellen zurück nach Deutschland.“ Bis zu 200 Kilogramm Obst und Pflanzen wandern im Schnitt täglich in Frankfurt aus dem Reisegepäck in den Müll, besonders häufig Chilischoten, Mangos und Basilikum. Scharnhorst ist gelernter Forstwirt und beim Hessischen Pflanzenschutzdienst angestellt. 17 solcher Landesbehörden gibt es in Deutschland. 20 hessische Pflanzengesundheitsinspektorinnen und -inspektoren arbeiten allein am Frankfurter Flughafen – neben dem Hamburger Hafen das

wichtigste Einfallstor für kontrollpflichtige Waren aus Nicht-EU-Ländern. Scharnhorsts Team ist über das ganze Gelände verteilt im Einsatz: im Frachtzentrum, wo kommerzielle Lieferungen von Pflanzen, Obst und Gemüse auf ihre Verzollung warten, im Ankunftsbereich für Reisende und vereinzelt auch im internationalen Postzentrum. Dort kommen täglich im Schnitt 500.000 Sendungen aus dem Nicht-EU-Ausland an. Der Onlineversand boomt, in

Jede Frucht oder Pflanze braucht ein Zertifikat

Corona-Zeiten hat er noch einmal zugelegt. Auch in Päckchen und Briefen kann sich gefährliches Saat- oder Pflanzengut verbergen.

Seit dem 14. Dezember 2019 gilt eine neue EU-Pflanzengesundheitsverordnung. Die sei nun sehr viel einheitlicher und einfacher zu verstehen, freut sich der Schädlingsdetektiv. Zuvor gab es Ausnahmen und Grauzonen. Zum Beispiel erlaubte

eine Kleinmengenregelung Einreisenden aus nicht zur EU gehörenden Mittelmeer-Anrainerstaaten, drei Kilo Obst und einen Strauß Blumen mitzubringen. Mit der neuen Verordnung benötigt nun jede importierte Frucht oder Pflanze – sofern ihre Einfuhr in die EU nicht sowieso prinzipiell verboten ist – ein Pflanzengesundheitszeugnis. Ein solches Zertifikat kann vielleicht eine professionell gezüchtete Orchidee von einem Händler aufweisen, nicht aber das Basilikum vom Markt in Bangkok. Nur fünf Ausnahmen dürfen ohne Nachweis im Gepäck bleiben: Kokosnüsse, Ananas, Datteln, Durianfrüchte und Bananen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die potenziell auf ihnen reisenden Schädlinge die europäischen Ökosysteme nicht gefährden.

Ansonsten gilt: „Gibt es kein Pflanzengesundheitszeugnis, ist das Mitbringen und auch das private Verschicken von Samen und Pflanzen verboten“, mahnt Andreas Scharnhorst. „Es ist wichtig, dass sich das herumspricht.“ Doch das ist in Zeiten der Corona-Krise kein leichtes Unterfangen. Zwar weisen im „Internationalen Jahr der Pflanzengesundheit“ an Flughäfen Plakate, kurze Spots und Flugblätter die Reisenden darauf hin, dass nur zertifizierte Pflanzen mit ihnen die Heimreise antre-

Mit seiner Kollegin Daniela Karwani untersucht Pflanzengesundheitsinspektor Andreas Scharnhorst am Frankfurter Flughafen Pflanzen aus dem Gepäck eines Reisenden aus Vietnam.





Von frischen Pflanzen und Früchten im privaten Reisegepäck und in der Post gehe eine viel höhere Gefahr aus als vom professionellen Import, sagt Scharnhorst. Denn der Handel werde erheblich strenger kontrolliert als Reisende und habe sich darauf eingestellt.

ten dürfen. Doch der Tourismus hat die Pausetaste gedrückt, entsprechend nimmt kaum jemand diese Informationen wahr.

Derzeit prüfen die Inspektorinnen und Inspektoren wegen der Ansteckungsgefahr ohnehin kein Reisegepäck, zumal kaum Reisende landen. Auch im sogenannten Perishable Center – dem Lager für verderbliche Handelsware am westlichen Ende des Flughafengeländes – ist es erheblich ruhiger als üblich. „Das Luftfrachtaufkommen ist extrem nach unten gegangen“, sagt Scharnhorst. In den gekühlten Hallen lagern kommerziell importierte Pflanzenerzeugnisse. Nicht alle sind im Sinne der Pflanzengesundheit „beschauungspflichtig“. Doch jede Sendung dieser Kategorie wird vor ihrer Verzollung durch den Pflanzenschutzdienst untersucht. Das Inspektionsteam muss

sich dabei auf Stichproben beschränken, auch der Zeit wegen: Blumenhandel und Sterne-Restaurants warten auf ihre Ware, die mit jedem Tag und jeder Stunde an Qualität verlieren kann. Scharnhorst und sein Team öffnen Kartons, nehmen einzelne Früchte unter die Lupe und schneiden sie auf der Suche nach Schädlingen auf. In etwa einem Prozent der Sendungen entdecken sie Quarantäne-Schadereger. Dann muss die Ware zurück ins Herkunftsland oder wird vernichtet. Beides auf Kosten des Exporteurs. Entsprechend groß ist das Interesse aufseiten der Händler, aber auch der Anbauländer, potenzielle Befallsrisiken schon im Vorfeld zu minimieren. Für sie alle steht ihr Ruf als verlässliche Partner auf dem Spiel. Daher existieren in den meisten Ausfuhrländern bereits vor dem Export strenge Regulierungen und Kontrollen. Wie für

Privatreisende gilt auch für den Handel, dass die Mehrzahl der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse nur in Begleitung eines Pflanzengesundheitszeugnisses exportiert werden darf. Das Papier bescheinigt strenge Kontrollen bei der Ausfuhr und zum Beispiel ein schädlingsfreies Anbaugelände.

Durch die neue EU-Verordnung wurden wiederum die Vorschriften für den kommerziellen Import in den Binnenmarkt weiter verschärft. „Sie listet detailliert auf, welche Ware geprüft werden muss – und auch, wie sie geprüft werden muss“, erklärt Katrin Kaminski vom Julius Kühn-Institut (JKI). Bisher wurden viele Pflanzenprodukte so lange importiert und routinemäßig kontrolliert, bis Probleme auftauchten. Nun liegt eine konkrete Liste von generell für den Import verbotenen Hochrisikopflanzen vor. Sofern das

Fotos: Frank Rumpfenhorst/dpa, Eidgenössischer Pflanzenschutzdienst Zürich

„Es besteht immer die Gefahr, dass ein neuer gefährlicher Schädling eingeführt wird, auf den wir noch keine passende Antwort haben.“

Katrin Kaminski, JKJ

Exportland deren Unbedenklichkeit nachweisen kann, kann die EU die Einfuhr erlauben.

„Der Vorsorgeaspekt ist wichtiger geworden“, sagt die Wissenschaftlerin. Zu ihrem Arbeitsgebiet zählen die zahlreichen Verordnungen und Instrumentarien, die bundesweit und innerhalb der EU ein einheitliches Vorgehen gegen die Einfuhr von Schädlingen regeln. Wann immer die Kontrolleurinnen und Kontrolleure einen in der EU noch nicht verbreiteten Erreger oder Schädling entdecken, melden sie ihm dem JKJ. Das übermittelt ihn wiederum durch einen Eintrag in die Datenbank EU-ROPHYT an die EU und das jeweilige Exportland (siehe Infografik auf Seite 26). Bei einer Häufung von Fällen an bestimmten Früchten oder Pflanzen läuten die Alarmglocken bei allen Pflanzenschutzdiensten. „Es besteht immer die Gefahr, dass ein neuer gefährlicher Schädling eingeführt wird, auf den wir noch keine passende Antwort haben“, sagt Kaminski.

Entsprechend geschult und wachsam müssen die Verantwortlichen bei den Kontrollen vor Ort sein: Jeder Pflanzenschutzdienst bildet seine eigenen Teams aus; auch angepasst an den Einsatzort. Die Methoden im Hamburger Hafen mit seinen Containerladungen sind anders als am Flughafen, wo kleinteiligere Lieferungen landen. Im Rahmen ihres Trainings lernen die angehenden Pflanzenschutzinspektorinnen und -inspektoren, Schädlinge zu identifizieren und Ware so zu untersuchen, dass sie möglichst wenig beschädigt wird. Viele Erreger und Insekten sind nur an ihren Spuren zu erkennen: Minierfliegen zum Beispiel hinterlassen Fraßgänge im Blatt. Winzige Löcher in Auberginen geben wiederum Hinweise auf Schädlinge, die sich

ins Innere gefressen haben. Bei Verdacht auf einen Befall durch Viren und Bakterien sendet Andreas Scharnhorst Stichproben in das Labor des Hessischen Pflanzenschutzdienstes in Wetzlar. Bis das Ergebnis feststeht, bleibt die Lieferung in Quarantäne.

Jeder Pflanzenschutzdienst unterhält ein solches Labor. Dafür, dass alle nach den gleichen Kriterien arbeiten, ist das Julius Kühn-Institut zuständig. Es koordiniert zudem eine Fortbildung der Pflanzenschutzdienst-Mitarbeitenden in den einzelnen Bundesländern. Einmal im Jahr stellt das JKJ auf einem Workshop neuartige Schädlinge vor und erklärt, wie diese aufgespürt und identifiziert werden können.

Einer der JKJ-Fachleute, die dort ihr Wissen weitergeben, ist der Insektenkundler Dr. Peter Baufeld. Sein Know-how ist auch

gefragt, wenn die Landeslabore der Pflanzenschutzdienste einen Schädlingsorganismus nicht zweifelsfrei identifizieren können. „Es gibt Exoten, die noch nicht bestimmt sind und entsprechend in keinem Referenzbuch auftauchen“, sagt er. Solche Fälle werden von den Ländern dann an das nationale Referenzlabor des JKJ geschickt. Manchmal dauert die Bestimmung des Schädlings nur einige Stunden, zuweilen sitzt Baufeld aber auch tagelang über seinem Stereomikroskop und analysiert die Flügelzeichnungen und Geschlechtsorgane der geschickten Proben. Allein in der Familie der Fruchtfliegen existieren 4.775 Arten, viele harmlos, einige hochgefährlich für die heimische Vegetation. Baufelds Ergebnisse fließen auch in die Workshops ein. Beim letzten Mal lernte Andreas Scharnhorst dort, wie man den Rüsselkäfer *Anthonomus eugeni* entdeckt, der in mittelamerikanischen Paprikafrüchten nach Europa reisen kann. Der Schädling versteckt sich im Inneren der Chilischote und frisst sich dort voran. Als Folge verlieren die Früchte ihren Glanz, ein klarer Hinweis für die Inspektion. Andreas Scharnhorst war seitdem gewarnt – und hatte Erfolg: „Den Rüsselkäfer haben wir tatsächlich in einer Kiste mit Chilis gefunden.“

Von Petra Krimphove

Besonders häufig beanstanden die Inspektorinnen und Inspektoren in Frankfurt Chilis und Mangos oder – wie hier ein Kollege am Flughafen Zürich – Basilikum.



DIE FORSCHUNGSFRAGE

Wie profitieren Schädlinge vom Klimawandel?

Im Projekt „ProgRAMM“ entsteht ein Modell, um Schadorganismen zu untersuchen, von denen durch den Klimawandel ein höheres Risiko für Pflanzen ausgeht. Dadurch sollen heimische Pflanzen besser geschützt werden. Wie das gelingt, erklärt Dr. Anne Wilstermann.

Frau Wilstermann, auf welchen Wegen gelangen neue Schädlinge zu uns?

Ein Verbreitungsweg sind importierte Waren. Zwar werden Pflanzenprodukte effektiv kontrolliert, trotzdem gelingt es Schädlingen zum Teil, als blinde Passagiere mitzureisen, beispielsweise an Gartensühlen aus Holz. Auch Menschen bringen sie unbemerkt von ihren Reisen mit oder bestellen im Internet Zierpflanzen ohne Pflanzengesundheitszeugnis. Einige Insekten fliegen auch einfach selbst zu uns. Das nimmt aktuell gerade aus den südlichen Ländern zu, da die natürliche Barrierefunktion der Alpen durch die Klimaerwärmung zurückgeht.

Was bedeutet das für heimische Pflanzen?

Neue invasive Arten können sich meist ungehindert verbreiten, weil natürliche Gegenspieler fehlen. Wie die Marmorierete Baumwanze, die eigentlich aus Ostasien stammt. Sie ist gegen viele Pflanzenschutzmittel resistent und befällt mehr als 300 verschiedene Pflanzenarten. Die Früchte geschädigter Obst- und Gemüsepflanzen lassen sich nicht mehr verkaufen. Hier bleibt als Anbaualternative eventuell nur das geschützte Gewächshaus.

Wie lassen sich Pflanzen vor diesen Schädlingen schützen?

Wir brauchen ein genaueres Bild davon, wer sie bedroht. Durch den Klimawandel sind zu den üblichen Verdächtigen neue Schädlinge hinzugekommen. Gerade solche, die eigentlich in südlicheren Ländern heimisch sind. Um sie im Blick zu haben, erstellen wir im Rahmen des Projekts

„ProgRAMM“ – „Proaktive pflanzengesundheitliche Risikoanalyse durch Modellierung und Monitoring“ – ein Simulationsmodell. So können wir voraussagen, in welchen Regionen sich neue klimasensitive Schädlinge ansiedeln und welche Schäden sie anrichten.

Welche Arten beobachten Sie?

Unser Partner, das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), erhebt Daten zu sechs Schädlingen: der Marmorierten Baumwanze, der Grünen Reiswanze, dem Baumwollkapselwurm, der Roten Austernschildlaus, der Tomatenwolllaus und der Mittelmeerfruchtfliege. Von diesen Arten wissen wir, dass sie sich in Deutschland angesiedelt haben und hier nicht mehr eindämmen lassen.

Welche Daten fließen in das Modell ein?

Grundlage des Modells sind einerseits Daten des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) und andererseits Daten über Wirtspflanzen, die den Schädlingen zur Verfügung stehen. Wir kombinieren diese Daten mit den biologischen Bedürfnissen der Schädlinge. Zudem können wir Verbreitungswege wie Verkehrsknotenpunkte oder potenzielle Überwinterungsquartiere wie Kleingärten miteinbeziehen. Außerdem erheben wir Daten zum Verbreitungsgebiet, zu entstandenen Schäden und zur Populationsentwicklung. Die brauchen wir, um die Genauigkeit unseres Modells zu prüfen. Dabei sind wir auch für Hinweise aus der Bevölkerung dankbar – im vergangenen Jahr hat das LTZ rund 750 Mel-

dungen zu den genannten Schädlingen erhalten.

Was wünschen Sie sich für die Zukunft?

Wir stellen das Modell und die Projektergebnisse Anfang 2022 auf einer interaktiven Plattform zur Verfügung – frei zugänglich für alle Hobbygärtnerinnen und -gärtner sowie für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die etwa die Ausbreitung anderer invasiver Arten erforschen. Ich wünsche mir, dass wir bei der Pflanzengesundheit alle an einem Strang ziehen. Wenn alle die Augen offenhalten – Bürgerinnen und Bürger sowie Pflanzenbau, Wissenschaft und Pflanzenschutzdienste –, können wir unsere Pflanzen schützen.



Dr. Anne Wilstermann arbeitet am Julius Kühn-Institut als stellvertretende Projektkoordinatorin im Forschungsprojekt „ProgRAMM“.

Das Gespräch führte Martin Sattler.

Illustration: Sarah Heiß

Von alten Rassen und neuen Sorten

Die nächste Ausgabe der **forschungsfelder** widmet sich der Züchtung. Darin erfahren Sie, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Eigenschaften von Nutztieren verbessern, Pflanzen an den Klimawandel anpassen und die genetische Vielfalt erhalten – mit klassischen Methoden und neuen Technologien.

Impressum

forschungsfelder

Das Magazin wird herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Fachliche Betreuung, Steuerung: BMEL-Referat MK2, Öffentlichkeitsarbeit
V. i. S. d. P.: Dr. Michaela Nürnberg, Dorothea Schildt
Konzept, Redaktion, Gestaltung: neues handeln AG
Alexandra Resch (Ltg.), Nannette Rimmel, Sabrina Strecker, Laura Theuer
Angela Matern (AD), Christian Jung, Charlotte Matern
Bildredaktion: Studio Stauss, Berlin

Fotos und Illustrationen, wenn nicht anders angegeben: Titel: Niels Woldberg/EyeEm/GettyImages; Rücktitel: Tim UR/Shutterstock.com; Seite 24/25 (Forschungslandschaft): Lemberg Vector studio, kuroksta, Doloves, MicroOne, Maxim Cherdnichenko, Val_Zar/Shutterstock.com
Litho: Twentyfour Seven, Berlin
Druck: Prinovis GmbH & Co. KG, Dresden

Wenn Sie dieses Magazin bestellen möchten:
Bestell-Nr.: BMEL20039
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Telefon: 030 18 272-27 21
Fax: 030 1810 272-27 21
Schriftlich: Publikationsversand der Bundesregierung,
Postfach 48 10 09, 18132 Rostock
Printed in Germany



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Foto: britenmoments/Getty Images

